



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10176237 A**(43) Date of publication of application: **30.06.98**

(51) Int. Cl. **C22C 38/00**
B21C 37/06
C21D 8/02
C21D 8/10
C22C 38/12

(21) Application number: **09062565**(22) Date of filing: **17.03.97**(30) Priority: **16.10.96 JP 08273630**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**

(72) Inventor: **SUEHIRO MASAYOSHI**
KISHIDA KOJI
ITAMI ATSUSHI

(54) **LOW YIELD RATIO TYPE FIRE RESISTANT HOT ROLLED STEEL SHEET AND STEEL TUBE AND PRODUCTION THEREOF**

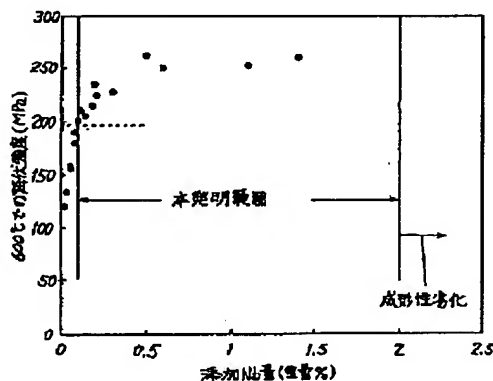
steel sheet cooled to 2700°C is formed into a tube by the conventional method and is welded.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a low yield ratio type fire resistant hot rolled steel sheet and steel tube having a low yield ratio at an ordinary temp. and excellent in high temp. strength characteristics and to provide methods for producing them.

SOLUTION: The low yield ratio type fire resistant hot rolled steel sheet has a compsn. contg., by weight, 20.04% C, 21.0% Si, 0.05 to 2.0% Mn, 20.02% S, 0.01 to 0.1% Al and 20.2% Ti, in which the content of Nb is regulated to 0.1 to 2.0%, also satisfying $Nb \leq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$, and the balance Fe with inevitable impurities and having 270% yield ratio at an ordinary temp. The low yield ratio type fire resistant steel tube is the one composed of the same components and having 290% yield ratio at an ordinary temp. and ≥ 197 MPa yield strength at 600°C. As for the method for producing the hot rolled steel sheet, in a slab having the same components, hot rolling is finished at the A_r3 transformation point or above, and it is cooled to 2700°C at a cooling rate of 0.1 to 50°C/sec. As for the method for producing the steel tube, the hot rolled



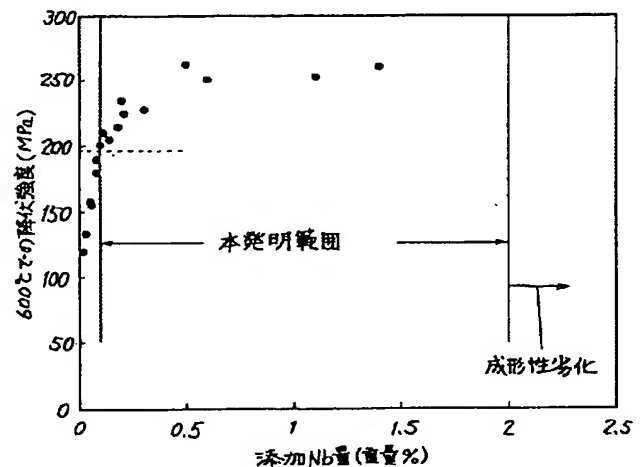
(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 A 3 0 1 W
B 2 1 C 37/06		B 2 1 C 37/06	
C 2 1 D 8/02		C 2 1 D 8/02	A
8/10		8/10	A
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			
(21) 出願番号	特願平9-62565	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成9年(1997)3月17日	(72) 発明者	末廣 正芳 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技 術開発本部内
(31) 優先権主張番号	特願平8-273630	(72) 発明者	岸田 宏司 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技 術開発本部内
(32) 優先日	平8(1996)10月16日	(72) 発明者	伊丹 淳 君津市君津1番地 新日本製鐵株式会社君 津製鐵所内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 大関 和夫

(54) 【発明の名称】 低降伏比型耐火用熱延鋼板及び鋼管並びにそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 常温で低降伏比を持ち、高温強度特性に優れた低降伏比型耐火用熱延鋼板及び鋼管並びにそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 重量%で、 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$ を含み、さらに、Nb量がNb : $0.1 \sim 2.0\%$ で、かつ、 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$ を満足し、残部がFe及び不可避免の不純物からなり、常温での降伏比が70%以下である低降伏比型耐火用熱延鋼板、または同成分からなり、常温での降伏比が90%以下で600℃での降伏強度が197MPa以上である低降伏比型耐火用鋼管、または同成分の鋼片をA_{r3}変態点以上の温度で熱間圧延を終了し、 $0.1^\circ C/sec$ 以上、 $50^\circ C/sec$ 以下の冷却速度で700℃以下まで冷却する前記熱延鋼板の製造方法、またはさらに700℃以下まで冷却した熱延鋼板を常法により管に成形し、溶接する前記鋼管の製造方法。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、

 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$

を含み、さらに、Nb量が

 $Nb : 0.1 \sim 2.0\%$

で、かつ、

 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$

N

を満足し、残部がFe及び不可避免の不純物からなり、常温での降伏比が70%以下であることを特徴とする低降伏比型耐火用熱延鋼板。

【請求項2】 重量%で、

 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$

を含み、さらに、Nb量が

 $Nb : 0.1 \sim 2.0\%$

で、かつ、

 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$

N

を満足し、残部がFe及び不可避免の不純物からなる鋼片を、 Ar_3 変態点以上の温度で熱間圧延を終了し、 $0.1^\circ\text{C}/\text{sec}$ 以上、 $50^\circ\text{C}/\text{sec}$ 以下の冷却速度で 800°C 以下まで冷却することを特徴とする常温での降伏比が70%以下である低降伏比型耐火用熱延鋼板の製造方法。

【請求項3】 重量%で、

 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$

を含み、さらに、Nb量が

 $Nb : 0.1 \sim 2.0\%$

で、かつ、

 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$

N

を満足し、残部がFe及び不可避免の不純物からなり、常温での降伏比が90%以下で 600°C での降伏強度が 197MPa 以上であることを特徴とする低降伏比型耐火用鋼管。

2

【請求項4】 重量%で、

 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$

を含み、さらに、Nb量が

 $Nb : 0.1 \sim 2.0\%$

10 で、かつ、

 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$

N

を満足し、残部がFe及び不可避免の不純物からなり、角形鋼管の平坦部の常温での降伏比が90%以下で 600°C での降伏強度が 197MPa 以上であることを特徴とする低降伏比型耐火用角形鋼管。

【請求項5】 重量%で、

 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、20 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$

を含み、さらに、Nb量が

 $Nb : 0.1 \sim 2.0\%$

で、かつ、

 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$

N

30 を満足し、残部がFe及び不可避免の不純物からなる鋼片を、 Ar_3 変態点以上の温度で熱間圧延を終了し、 $0.1^\circ\text{C}/\text{sec}$ 以上、 $50^\circ\text{C}/\text{sec}$ 以下の冷却速度で 800°C 以下まで冷却して得られた熱延鋼板を、常法により円形断面へ成形し、溶接することを特徴とする常温での降伏比が90%以下で 600°C での降伏強度が 197MPa 以上である低降伏比型耐火用鋼管の製造方法。

40 【請求項6】 円形断面へ成形し、溶接した後、さらに角形断面へ成形することを特徴とする角形鋼管の平坦部の常温での降伏比が90%以下で 600°C での降伏強度が 197MPa 以上である請求項5記載の低降伏比型耐火用角形鋼管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、建築分野で使用される、常温で低降伏比を持ち、高温強度特性に優れた低降伏比型耐火用熱延鋼板及び鋼管並びにそれらの製造方法に関するものである。

【0002】

50 【従来の技術】昭和62年の建築基準法の改正により、建築用鋼材に対し、高温において十分な強度が確保できれば、構造部材表面に温度上昇を抑える被覆を必ずしも

施す必要がなくなった。このような状況に対応して、成分を調整することにより高温強度を確保する発明が提案されてきた。例えば、特開平2-282419号公報に開示されている発明では、高温強度を確保するために、炭化物形成元素であるNb、Mo等を添加し、これら元素の高温における微細炭化物の析出による析出強化を利用している。

【0003】ところが、最近になって、耐震性の観点から、常温での降伏比を下げるのが強く望まれるようになってきた。降伏比を上昇させることなしに耐火性を得ることのできる発明としては、特開平2-205625号公報にみられるように、IF鋼に高温でのみ析出するCuを添加する発明が提案されている。この他、耐火性に優れた建築用低降伏比熱延鋼帯及びその製造方法として、特開平5-222484号公報に、NbCやTiCの析出物を高温強度が確保できる程度に微細に析出させる発明も提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】耐震性の観点からの常温での低降伏比化の要請に対しては、前記特開平2-282419号公報記載の発明では、Nb、Mo等の添加元素が熱間圧延後の巻取段階で析出して、常温での降伏強度が、ひいては降伏比が上昇し、低降伏比の鋼板を得ることが困難であった。特に、建築構造部材として使用される、円形や角形などの閉断面に成形加工された鋼管では、造管時に鋼材にひずみがかかるため、熱延後の鋼板より降伏強度が高くなり、降伏比をより上昇させることになる。このため、建築構造部材用鋼管の素材となる鋼板には、より一層の低降伏比化が望まれる。

【0005】また、前記特開平2-205625号公報記載の発明では、高価なNiも同時に添加する必要がある、安価な建築構造部材用鋼管及びその素材となる鋼板を提供することはできない。さらに、前記特開平5-222484号公報記載の発明による鋼板でも、造管時に降伏強度の上昇が大きく、造管後に十分な低降伏比が得られないという欠点があった。

【0006】このような事情に鑑み、本発明は、常温で低降伏比を持ち、高温強度特性に優れた低降伏比型耐火用熱延鋼板及び鋼管並びにそれらの製造方法を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、種々の実験、研究を重ねた結果、鋼材に含有されるCを低減し、Nbを多く添加することにより、常温での降伏比が低く、かつ高温での強度特性に優れた鋼材が得られることを見出した。すなわち、本発明の要旨とするところは下記のとおりである。

【0008】(1)重量%で、 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$ を含

み、さらに、Nb量がNb:0.1~2.0%で、かつ、 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$ を満足し、残部がFe及び不可避免的不純物からなり、常温での降伏比が70%以下であることを特徴とする低降伏比型耐火用熱延鋼板。

【0009】(2)重量%で、 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$ を含み、さらに、Nb量がNb:0.1~2.0%で、かつ、 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$ を満足し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる鋼片を、 Ar_3 変態点以上の温度で熱間圧延を終了し、 $0.1^\circ C/sec$ 以上、 $50^\circ C/sec$ 以下の冷却速度で $800^\circ C$ 以下まで冷却することを特徴とする常温での降伏比が70%以下である低降伏比型耐火用熱延鋼板の製造方法。

【0010】(3)重量%で、 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$ を含み、さらに、Nb量がNb:0.1~2.0%で、かつ、 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$ を満足し、残部がFe及び不可避免的不純物からなり、常温での降伏比が90%以下で $600^\circ C$ での降伏強度が $197MPa$ 以上であることを特徴とする低降伏比型耐火用鋼管。

【0011】(4)重量%で、 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$ を含み、さらに、Nb量がNb:0.1~2.0%で、かつ、 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$ を満足し、残部がFe及び不可避免的不純物からなり、角形鋼管の平坦部の常温での降伏比が90%以下で $600^\circ C$ での降伏強度が $197MPa$ 以上であることを特徴とする低降伏比型耐火用角形鋼管。

【0012】(5)重量%で、 $C \leq 0.04\%$ 、 $Si \leq 1.0\%$ 、 $Mn : 0.05 \sim 2.0\%$ 、 $S \leq 0.02\%$ 、 $Al : 0.01 \sim 0.1\%$ 、 $Ti \leq 0.2\%$ を含み、さらに、Nb量がNb:0.1~2.0%で、かつ、 $Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N$ を満足し、残部がFe及び不可避免的不純物からなる鋼片を、 Ar_3 変態点以上の温度で熱間圧延を終了し、 $0.1^\circ C/sec$ 以上、 $50^\circ C/sec$ 以下の冷却速度で $800^\circ C$ 以下まで冷却して得られた熱延鋼板を、常法により円形断面へ成形し、溶接することを特徴とする常温での降伏比が90%以下で $600^\circ C$ での降伏強度が $197MPa$ 以上である低降伏比型耐火用鋼管の製造方法。

【0013】(6)円形断面へ成形し、溶接した後、さらに角形断面に成形することを特徴とする角形鋼管の平坦部の常温での降伏比が90%以下で $600^\circ C$ での降伏

強度が197MPa以上である前記(5)記載の低降伏比型耐火用角形鋼管の製造方法。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。まず、鋼成分を限定した理由について述べる。Cは他の添加元素と結合して析出物となったり、セメンタイトとして析出することで常温での降伏比を上昇させる。図1に添加Nb量が0.2~0.5%の場合のC添加量と600℃で測定した降伏強度の関係を示すが、C添加量が0.04%を超えると常温での降伏比が急激に増加して70%を超える。0.04%以下のC量であれば、常温での降伏比は70%以下となるため、C量の上限を0.04%とする。造管時の降伏比上昇をより低く抑えるためには、C量を0.025%以下とすることが好ましい。

【0015】Siは固溶強化元素であり、比較的安価に鋼板の強度を上昇させることができるため、本発明では強度の調整を行う意味で添加するが、添加量が多くなると強度が高くなりすぎることから1.0%以下とする。他の元素で強度調整できる場合は、Siは無添加とすることもできる。MnはSiと同様に比較的安価な固溶強化元素で、強度調整に有効であり、本発明では強度の調整を行うために添加するが、0.05%未満では熱間加工性が確保できないため、0.05%以上添加する必要がある。一方、むやみな添加は建築用鋼材としては強度が高くなり過ぎ、成形性を低下させるので2.0%以下とする。

【0016】Sは不可避免的に含まれる元素であり、加工性劣化の要因となるため極力低減する必要があるが、0.02%以下とすることで加工性に対する問題は解消されることから、その範囲を0.02%以下とする。なお、難加工性用途の場合には、0.01%以下とするのが望ましい。Alは脱酸剤として使用されるが、この効

$$Nb \geq 0.08 + 7.75C - 1.98Ti + 6.64N \quad (1)$$

を満足させる。

【0019】このような成分の鋼を鑄造し、得られた熱片スラブを直接または加熱した後、あるいは冷片を再加熱して熱間圧延を施す。その際、熱片スラブを直接圧延することと再加熱後に圧延することでの特性変化はほとんど認められない。また、再加熱温度は特に限定しないが、生産性を考慮して1000℃から1300℃の範囲とすることが好ましい。

【0020】熱間圧延は、通常の熱延工程、あるいは仕上げ圧延においてスラブを接合して圧延する連続化熱延工程のどちらでも可能である。熱間圧延の際の圧延終了温度は、 A_{r3} 変態点温度以上とする。これは、 A_{r3} 変態点未満の温度で仕上げ圧延を施した場合、加工組織が残り、常温での降伏比が上昇するおそれがあるためである。圧延終了温度の上限は特に限定していないが、生産性の観点から1000℃以下とすることが望ましい。

*果を発揮させるためには鋼中に0.01%以上含有させることが必要である。一方、Al含有量が0.1%を超えると、酸化物系介在物の増加を招くため、その上限を0.1%とする。

【0017】Nbは、通常、析出強化元素として添加されることが多いが、析出強化を働かせた場合、狙いとする低降伏比を得ることができないため、前述したように低Cとして析出強化が働かないようにしており、本発明では固溶強化元素として添加している。また、Nbは高温強度を著しく上昇させる。これは、高温で変形する際に固溶Nbと移動している転位が相互作用し、転位の動きやすさを低下させるためである。図2に、0.005% C、0.03% Ti、0.003% Nを含有する鋼の添加Nb量と600℃での降伏強度との関係を調査した結果を示す。600℃での降伏強度は、0.1%以上のNb添加で大きく上昇する。しかしながら、Nb添加量をむやみに増加させると熱間での加工性を損なうため、その添加量を0.1~2.0%とする。なお、600℃での降伏強度をより高くするという観点から、その添加量は0.2%以上とすることが望ましく、製鋼コストを低く抑えるためには、Nb添加量は1.0%以下とすることが望ましい。

【0018】Tiは、Nbと結合する可能性のあるC、Nを固定し、添加したNbを有効に固溶Nbとして活用するために添加するが、その添加量をむやみに増加させると加工性劣化をまねくため、上限を0.2%とする。C、Nを比較的多く含有する際には、添加したNbの一部が固溶状態ではなくなり、十分な高温強度が得られなくなることがある。図3に、横軸をNb-(0.08+7.75C-1.98Ti+6.64N)、縦軸を600℃での降伏強度として整理した結果を示す。197MPa以上の600℃での降伏強度を確保するため、前述の添加Nb量の条件に加え、

【0021】熱間圧延後の冷却速度は、50℃/secより速い場合、冷却中に低温変態相が生成して降伏比が上昇するため、50℃/sec以下とする。また、冷却速度が0.1℃/sec未満の場合には、冷却中に粒界に不要な相が析出する可能性が大きいので、冷却速度は0.1℃/sec以上とする。この粒界へ析出する不要な相は、800℃を超える温度で巻取を行った場合にも現われることが多いので、前述の0.1~50℃/secでの冷却は、800℃以下まで行うこととする。

【0022】巻取温度は800℃以下であればよく、特に限定はしない。巻取りによる強度変化もほとんど認められない。このようにして製造された熱延鋼板は、常温での降伏比が70%以下であり、また鋼管に造管される際にはひずみが導入されて降伏比が上昇するが、この造管後の降伏比は90%以下である。

【0023】本発明は、前述のような連続熱延工程以外

に、通常の厚板圧延工程にも適用可能である。また、熱延鋼板だけでなく、これを素材とした表面処理鋼板に対しても本発明は適用可能である。この場合には表面処理性の観点から、Si添加量を0.5%以下とすることが望ましい。

【0024】また、造管方法も、本発明では特に限定するものではなく、プレス成形法、ロール成形法などが適用できる。

【0025】

【実施例】表1、表2（表1のつづき）に示す種々の化学成分の鋼を鑄造し、1050～1260℃の温度に再加熱後、表3、表4（表3のつづき-1）、表5（表3のつづき-2）、表6（表3のつづき-3）、表7（表3のつづき-4）、表8（表3のつづき-5）に示す条件にて熱延鋼板を製造し、常温での引張特性及び600℃での引張特性を測定した。表3～表8にはその結果も示す。鋼種番号1～19は、本発明の範囲内にある成分系であり、表3～表8に示すように、常温での降伏比が*

*70%以下であり、かつ角形鋼管に造管後の平坦部から採取して測定した結果では全て降伏比が90%以下である。また、角形鋼管に造管後の600℃での降伏強度YSが全て197MPa以上となる高温での強度の高い鋼板が製造できている。

【0026】一方、鋼種番号20～23は、本発明の範囲外の成分系であり、鋼種番号20はC添加量が多過ぎるため、常温での降伏比が熱延まま材で70%を超え、角形鋼管に造管後では90%を超えている。また、鋼種番号21～23は添加Nb量が式(1)から求まる量よりも少なく、造管後平坦部の600℃での降伏強度が低い。

【0027】なお、本実施例における試験は、常温引張試験はJIS5号試験片を用いてJIS Z 2241に従って行い、600℃での引張試験はJIS G 0567に従って行った。

【0028】

【表1】

供試材の化学成分（重量%）

鋼種 番号	C	Si	Mn	S	Al	Nb	N	Ti	式(1)から 求まるNb量	備 考
1	0.0008	0.01	0.98	0.002	0.035	0.30	0.002	0	0.09948	本発明鋼
2	0.001	0.01	0.98	0.002	0.032	0.22	0.002	0	0.10103	本発明鋼
3	0.0041	0.01	1.03	0.004	0.052	0.29	0.002	0	0.125055	本発明鋼
4	0.005	0.01	0.98	0.009	0.035	0.23	0.003	0	0.13867	本発明鋼
5	0.008	0.03	1.00	0.005	0.033	0.25	0.003	0	0.16192	本発明鋼
6	0.012	0.02	1.00	0.004	0.020	0.23	0.002	0	0.18296	本発明鋼
7	0.015	0.02	1.00	0.005	0.045	0.28	0.002	0	0.20953	本発明鋼
8	0.025	0.90	0.50	0.008	0.065	0.32	0.006	0	0.31359	本発明鋼
9	0.038	0.01	0.98	0.005	0.035	0.40	0.003	0	0.39442	本発明鋼
10	0.010	0.01	1.40	0.006	0.020	0.21	0.003	0	0.17742	本発明鋼
11	0.010	0.02	1.00	0.003	0.030	0.18	0.003	0.05	0.07842	本発明鋼
12	0.010	0.30	1.90	0.004	0.025	0.11	0.003	0.15	-0.11958	本発明鋼

【0029】

【表2】

9
(表1のつづき)

供試材の化学成分(重量%)

10

鋼種 番号	C	Si	Mn	S	Al	Nb	N	Ti	式(1)から 求まるNb量	備 考
13	0.010	0.90	0.80	0.009	0.038	0.25	0.003	0	0.17742	本発明鋼
14	0.012	0.30	1.40	0.006	0.043	0.22	0.002	0	0.18628	本発明鋼
15	0.030	0.01	1.01	0.003	0.035	0.12	0.003	0.18	-0.02398	本発明鋼
16	0.011	0.01	1.03	0.005	0.035	0.19	0.002	0.05	0.072926	本発明鋼
17	0.010	0.30	0.80	0.007	0.030	1.40	0.002	0	0.17078	本発明鋼
18	0.012	0.01	0.14	0.003	0.035	1.40	0.002	0	0.18628	本発明鋼
19	0.015	0.30	0.55	0.005	0.034	0.20	0.002	0.04	0.129666	本発明鋼
20	0.050	0.01	0.30	0.007	0.041	0.50	0.004	0	0.49406	比較鋼
21	0.020	0.02	1.40	0.006	0.048	0.05	0.002	0	0.24828	比較鋼
22	0.020	0.02	1.40	0.006	0.040	0.15	0.003	0	0.25492	比較鋼
23	0.030	0.01	1.00	0.003	0.035	0.20	0.005	0.05	0.2467	比較鋼

【0030】

【表3】

熱延条件と常温及び600℃での引張特性

鋼種 番号	熱延 仕上 温度 (℃)	冷却 速度 (℃/ sec)	巻取 温度 (℃)	常 温 で の 特 性					600℃での Y S (MPa) 造管後平坦 部	備 考
				Y S (MPa)	T S (MPa)	降伏比 (%)	造管後平坦部の特性			
							Y S (MPa)	降伏比 (%)		
1	925	5	790	250	422	59	343	80	228	本発明例
	920	10	710	252	425	59	355	82	230	本発明例
	914	40	650	295	437	68	336	75	230	本発明例
	903	30	150	300	440	68	337	76	233	本発明例
2	920	5	790	250	422	59	343	80	228	本発明例
	920	12	707	252	425	59	355	82	230	本発明例
	914	43	647	295	437	68	336	76	230	本発明例
	905	30	152	300	440	68	337	75	233	本発明例
3	903	8	720	261	429	61	310	71	238	本発明例
	900	30	610	278	435	64	316	72	243	本発明例
	915	40	130	285	438	65	384	86	254	本発明例

【0031】

【表4】

(表 3 のつづき-1)

熱延条件と常温及び 6 0 0 °C での引張特性

鋼種 番号	熱延 仕上 温度 (℃)	冷却 速度 (℃/ sec)	巻取 温度 (℃)	常 温 で の 特 性					600 ℃での Y S (MPa) 造管後平坦 部	備 考
				Y S (MPa)	T S (MPa)	降伏比 (%)	造管後平坦部の特性			
							Y S (MPa)	降伏比 (%)		
4	910	31	628	273	428	64	341	78	235	本発明例
5	906	26	684	285	438	65	333	75	236	本発明例
6	923	7	792	265	435	61	348	79	233	本発明例
	918	10	723	285	455	63	355	77	240	本発明例
	903	27	624	303	471	64	375	78	235	本発明例
	910	45	144	295	465	63	386	82	237	本発明例
7	910	6	700	264	416	63	307	72	231	本発明例
	916	15	620	285	424	67	346	80	250	本発明例
	915	40	150	295	432	68	356	81	255	本発明例
8	910	15	626	298	458	65	403	86	202	本発明例
	915	30	179	290	446	65	382	84	215	本発明例

【 0 0 3 2 】

【表 5】

(表 3 のつづき-2)

熱延条件と常温及び 6 0 0 °C での引張特性

鋼種 番号	熱延 仕上 温度 (℃)	冷却 速度 (℃/ sec)	巻取 温度 (℃)	常 温 で の 特 性					600 ℃での Y S (MPa) 造管後平坦 部	備 考
				Y S (MPa)	T S (MPa)	降伏比 (%)	造管後平坦部の特性			
							Y S (MPa)	降伏比 (%)		
9	904	10	722	275	444	62	395	87	200	本発明例
	905	15	614	280	448	63	404	89	221	本発明例
10	900	9	690	265	422	63	348	81	213	本発明例
	910	20	630	290	437	66	363	82	224	本発明例
	903	35	130	300	440	68	353	79	217	本発明例
11	890	4	792	256	424	60	356	82	238	本発明例
	900	10	701	263	430	61	367	84	240	本発明例
	902	25	618	275	432	64	362	82	235	本発明例
	910	40	148	267	455	59	358	77	235	本発明例
12	905	10	691	263	432	61	375	85	233	本発明例
	895	15	610	255	440	58	380	85	237	本発明例

【 0 0 3 3 】

【表 6】

(表3のつづき-3)

熱延条件と常温及び600℃での引張特性

鋼種 番号	熱延 仕上 温度 (℃)	冷却 速度 (℃/ sec)	巻取 温度 (℃)	常 温 で の 特 性					600℃での YS (MPa) 造管後平坦 部	備 考
				YS (MPa)	TS (MPa)	降伏比 (%)	造管後平坦部の特性			
							YS (MPa)	降伏比 (%)		
13	909	10	691	245	425	58	383	89	225	本発明例
	902	45	592	290	437	66	330	74	228	本発明例
	895	48	140	296	435	68	383	86	232	本発明例
14	909	10	718	258	432	60	359	81	228	本発明例
	902	45	580	295	450	66	348	76	220	本発明例
	895	48	160	300	453	66	340	74	223	本発明例
15	880	10	685	274	427	64	358	82	241	本発明例
	883	20	609	285	430	66	364	83	240	本発明例
16	898	12	682	275	432	64	360	82	235	本発明例
	902	28	610	280	435	64	362	82	242	本発明例
17	910	6	784	295	437	68	387	87	285	本発明例

【0034】

【表7】

(表3のつづき-4)

熱延条件と常温及び600℃での引張特性

鋼種 番号	熱延 仕上 温度 (℃)	冷却 速度 (℃/ sec)	巻取 温度 (℃)	常 温 で の 特 性					600℃での Y S (MPa) 造管後平坦 部	備 考
				Y S (MPa)	T S (MPa)	降伏比 (%)	造管後平坦部の特性			
							Y S (MPa)	降伏比 (%)		
17	908	11	693	289	442	65	375	83	288	本発明例
	904	30	615	292	444	66	380	84	283	本発明例
	900	35	195	284	450	63	377	82	275	本発明例
18	909	10	694	273	429	64	336	77	252	本発明例
	902	45	620	284	438	65	340	76	251	本発明例
	895	48	126	282	445	63	323	71	255	本発明例
19	903	7	786	285	435	66	384	87	233	本発明例
	905	15	690	282	440	64	388	87	238	本発明例
	910	22	608	280	438	64	390	87	235	本発明例
	908	45	167	281	433	65	382	87	243	本発明例
20	909	10	698	345	440	78	409	91	234	比 較 例

【0035】

【表8】

(表3のつづき-5)

熱延条件と常温及び600℃での引張特性

鋼種 番号	熱延 仕上 温度 (℃)	冷却 速度 (℃/ sec)	巻取 温度 (℃)	常 温 で の 特 性					600℃での Y S (MPa) 造管後平坦 部	備 考
				Y S (MPa)	T S (MPa)	降伏比 (%)	造管後平坦部の特性			
							Y S (MPa)	降伏比 (%)		
20	902	45	622	356	458	78	435	93	209	比 較 例
	895	48	146	320	433	74	408	93	235	比 較 例
21	909	10	695	256	432	59	380	87	185	比 較 例
	902	45	615	288	441	65	358	80	180	比 較 例
	895	48	100	294	455	65	323	70	192	比 較 例
22	902	5	698	272	444	61	374	83	183	比 較 例
	905	23	621	265	441	60	365	81	182	比 較 例
	911	38	164	273	442	62	361	80	195	比 較 例
23	892	10	685	282	452	62	374	81	152	比 較 例
	886	30	622	285	458	62	383	82	158	比 較 例
	884	39	156	275	443	62	380	84	174	比 較 例

【0036】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、常温での造管の前と後の降伏比が低く、高温での強度が高い鋼板及び鋼管の製造が可能となり、工業的に価値の大きなものである。

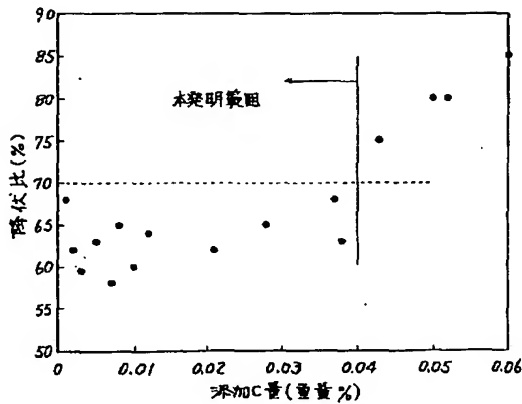
【図面の簡単な説明】

【図1】C添加量と常温での降伏比の関係を示す図である。

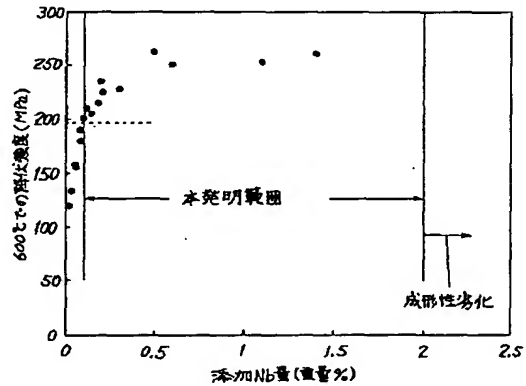
20 【図2】Nb添加量と高温での降伏強度の関係を示す図である。

【図3】Nb、Ti、C、N添加量と高温での降伏強度の関係を示す図である。

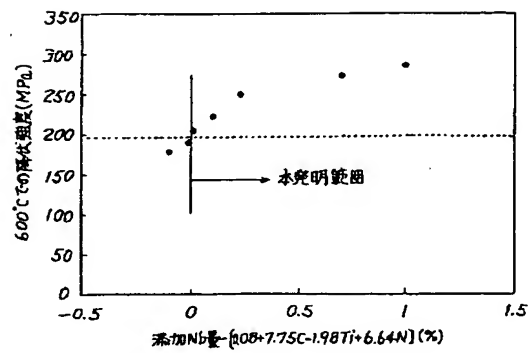
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

C 2 2 C 38/12

識別記号

F I

C 2 2 C 38/12